

دستور کار آزمایش بررسی ترانسفورماتورها

هدف: مطالعه اصول فیزیکی یک ترانسفورماتور

تئوری آزمایش:

ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور مدار باز برحسب تابعی از:

(۱) تعداد دورهای اولیه (۲) تعداد دورهای ثانویه (۳) ولتاژ اولیه

جریان مدار اتصال کوتاه در طرف دوم برحسب تابعی از:

(۱) تعداد دورهای اولیه (۲) تعداد دورهای ثانویه (۳) جریان اولیه

جریان اولیه برای ترانسفورماتور باردار برحسب تابعی از:

(۱) جریان ثانویه (۲) تعداد دورهای ثانویه (۳) تعداد دورهای اولیه

وسایل آزمایش: رنوستا ۲۰ اهمی - خنک کننده - پک کامل پرتهای آزمایشگاهی - منبع تغذیه AC, DC 5A - ست سیم پیچ های الکترومغناطیس (300, 600, 900, 1200 دور) - هسته های U, I ورقه ای و پایه مربوطه - مولتی متر دستی ۲ عدد

تئوری آزمایش

ترانسفورماتورها براساس القای الکتریکی یعنی ایجاد نیروی الکتروموتوری القایی در اثر تغییر شار مغناطیسی کار می کنند. برای یک ترانسفورماتور در حالت ایده آل، رابطه ولتاژ ورودی به ولتاژ خروجی مطابق زیر است:

که n تعداد دور پیچه هاست.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow V_2 = \frac{n_2}{n_1} V_1 \quad (1)$$

در یک ترانسفورماتور ایده آل تلفات وجود ندارد. مقدار انرژی ای که ترانسفورماتور از شبکه برق می گیرد $V_1 I_1 \cos \theta_1$ است که در آن، θ_1 زاویه بین ولتاژ و جریان سیم پیچ اولیه است. مقدار انرژی تحویلی برابر $V_2 I_2 \cos \theta_2$ می باشد. چون بنا به فرض، ترانسفورماتور فاقد تلفات می باشد پس $\theta_1 = \theta_2$ است و داریم:

$$V_2 I_2 = V_1 I_1 \quad (2)$$

از ترکیب دو رابطه (۱) و (۲) نتیجه می شود:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1 \quad (3)$$

یعنی نسبت جریان ها به نسبت عکس تعداد دورهاست.

خارج قسمت $\frac{n_1}{n_2}$ نسبت ترانسفورماسیون (نسبت تبدیل) نامیده می شود.

چون اتلاف حرارت در یک سیم متناسب با مجذور جریان است، بنابراین مناسب است که برای انتقال انرژی، از ولتاژ زیاد و جریان کم استفاده کنند، از ترانسفورماتورهای افزایشده ($n_2 > n_1$) برای بالا بردن ولتاژ ژنراتورها استفاده می شود. سپس انرژی را با این ولتاژ انتقال می دهند. در انتهای خط از ترانسفورماتورهای کاهشده ولتاژ استفاده کرده و اختلاف پتانسیل را تا حد قابل مصرف پایین می آورند. یکی از مهمترین عللی که باعث استفاده زیاد جریان متناوب در صنعت شده است همین موضوع قابل تغییر بودن ولتاژ توسط ترانسفورماتورها است.

ترانسفورماتور تجارتي

ترانسفورماتور تجارتي دارای تلفات است. این تلفات باعث می شود که بازده ترانسفورماتور در حدود R کم شود تلفات هنگامي کمینه هستند که ترانسفورماتور در شرایطی که برای آن طرح شده است کار کند. مقدار بازده چنین است:

$$R = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان مصرفی}} = \frac{P_2}{P_1}$$

تلفات در ترانسفورماتور از دو قسمت تشکیل شده است: تلفات مس و تلفات در هسته آهن

تلفات در هسته آهن: تلفات آهن بستگی به ولتاژ دارد و با تغییر بار تغییر نمی کند. بنابراین هرگاه از ترانسفورماتور بار بگیریم بازده آن بهتر می شود. تلفات آهن از سه عامل زیر ناشی می شود.

۱- تلفات هیستریزیس: می دانیم که وقتی آهن مغناطیس می شود، مقداری از آهنربایی را در خود نگه می دارد که برای زایل کردن آن باید آن را در جهت عکس آهنربا کرد از بین بردن این آهنربایی همواره با از دست دادن مقداری انرژی همراه است. در جریان متناوب که آهنربایی متناوباً تغییر می کند، این پس ماند، مقداری از انرژی را تلف می کند که مقدار آن متناسب با فرکانس است و به «تلفات هیستریزیس» مشهور است. با انتخاب جنس آهن مورد استفاده در هسته، می توان اتلاف هیستریزیس را به حداقل رسانید. در صنعت، بیشتر از آهني استفاده می شود که ۴٪ سیلیس داشته باشد.

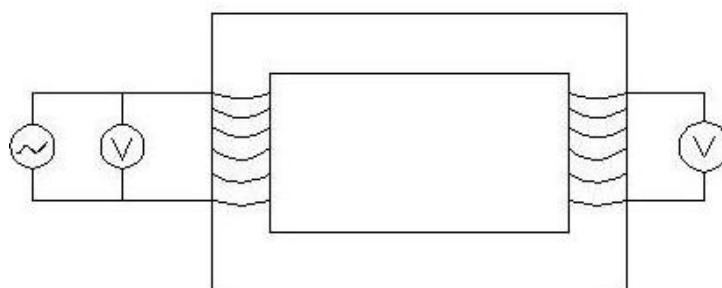
۲- جریان فوکو: شار متغیری که از هسته عبور می کند، یک نیروی الکتروموتوری در خود هسته، القا می کند و این نیروی الکتروموتوری به نوبه خود جریانی در هسته ایجاد می کند. این جریان را جریان فوکو می نامند. مقدار جریان بستگی به مقاومت هسته دارد. بنابراین برای کم کردن تلفات فوکو باید مقاومت الکتریکی هسته را زیاد کرد. برای انجام این کار، هسته را از آلیاژ مناسب اختیار کرده و آن را ورقه ورقه می سازند. این ورقه ها نسبت به یکدیگر عایق هستند. تلفات فوکو به مجذور فرکانس بستگی دارد.

۳- شار پراکندگی: هنگامی که یک مسیر مغناطیسی با قابلیت نفوذ زیاد و سطح مقطع کافی برای شار موجود باشد تمام شار از این مسیر عبور خواهد کرد و از داخل هر دو سیم پیچ خواهد گذشت. اما اگر در این مسیر یک شکستگی وجود داشته یا مقطع آن کم باشد مقداری از شار از آهن خارج شده و مدار خود را در هوا طی می کند. این شار پراکنده از سیم پیچ دوم نخواهد گذشت و باعث پایین آمدن بازده خواهد شد.

تلفات مس: در یک ترانسفورماتور ایده آل، مقاومت سیم پیچ ها را صفر فرض کردیم درحالیکه در یک ترانسفورماتور حقیقی، سیم پیچ ها دارای مقاومت هستند. بنابراین مقداری حرارت معادل $I_2^2 R_2 + I_1^2 R_1$ در سیم پیچ ها ایجاد می شود که در آن R مقاومت سیم پیچ است. تلفات مس را حتی المقدور با کم کردن مقاومت کاهش می دهند.

روش آزمایش

الف) مدار را مطابق شکل ببینید و آن را به برق شبکه وصل نمایید. با افزایش ولتاژ اولیه، ولتاژهای ثانویه را اندازه گیری کنید و جدول (۱) را پر کنید.



با استفاده از سیم پیچهای مختلف رابطه بین ولتاژ و تعداد دور را بررسی کنید.
نمودار ولتاژ بر حسب تعداد دور را رسم کنید.

V_1	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰
V_2				

جدول (۱)

ب) برای اتصال کوتاه ابتدا ولتاژ منبع را روی صفر قرار دهید، سپس دو انتهای ثانویه را بهم وصل کنید و جریان I_1 را 1A تنظیم کنید، جریان در طرف دوم را اندازه گیری کنید، وابستگی به تعداد دورهای اولیه و ثانویه و جریان اولیه را بررسی کنید. منحنی مربوط به جریان را بر حسب تعداد دورهای اولیه و ثانویه رسم کنید.

ج) برای ترانسفورماتور باردار، از یک رئوسا به عنوان بار استفاده کنید و با تغییر مقاومت آن جریان های خواسته شده در جدول (۲) را تنظیم کرده و I_1 را اندازه گیری نمایید. منحنی I_2 را بر حسب I_1 رسم کنید.

I_1					
I_2	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۱
V_1					
V_2					

جدول (۲)